

Fysik 2 - F0005T

Lösningar tentamen 2022-12-21

1. Uppgiften går igenom i seminarie 1.

a) $\lambda = 25cm$ och $f = 20Hz$.

b) Positiv x -riktning.

c) **Svar:** $\alpha = \frac{17}{10}\pi$

2. Signalens frekvens blir dopplerskiftad. När tåget är bakom Johanna ges frekvensen av

$$f_1 = f_0 \frac{v - v_m}{v - v_s} \quad (1)$$

där f_0 är frekvensen som tågsignalen har, v är ljudets hastighet, v_m är mottagarens hastighet och v_s är källans hastighet.

Då tåget har passerat Johanna ges frekvensen av

$$f_2 = f_0 \frac{v + v_m}{v + v_s} \quad (2)$$

Vi kan då bilda en kvot vilket ger oss

$$k = \frac{f_2}{f_1} = \frac{(v + v_m)(v - v_s)}{(v + v_s)(v - v_m)} \Rightarrow k(v - v_m)(v + v_s) = (v + v_m)(v - v_s) \Rightarrow \quad (3)$$

$$\Rightarrow v_s [k(v - v_m) + (v + v_m)] = v [(v + v_m) - k(v - v_m)] \Rightarrow \quad (4)$$

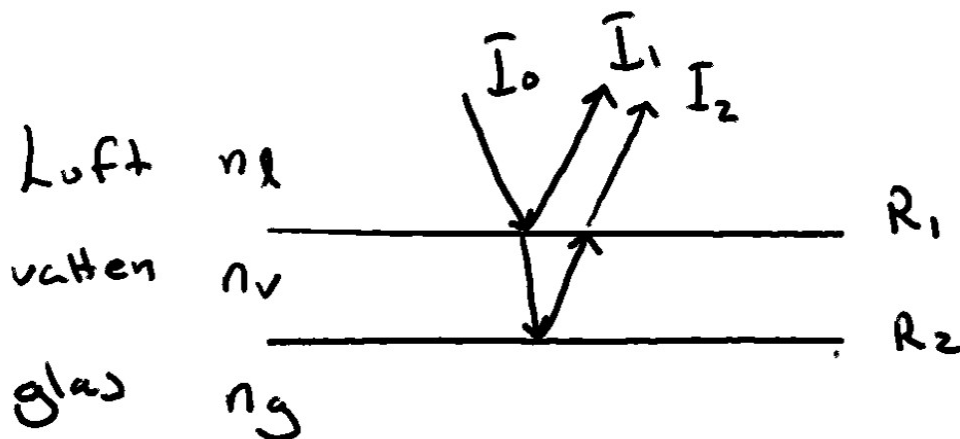
$$\Rightarrow v_s = v \cdot \frac{[(v + v_m) - k(v - v_m)]}{[k(v - v_m) + (v + v_m)]} \quad (5)$$

Numeriskt så blir det

$$v_s = 340 \cdot \frac{\left[(340 + 25/3.6) - \frac{458}{553}(340 - 25/3.6)\right]}{\frac{458}{553}(340 - 25/3.6) + (340 + 25/3.6)} = 38.82 \text{ m/s} \quad (6)$$

Svar: 38.8 m/s eller 140 km/h

3. Vi utgår från figuren nedan.



Vi beräknar först reflektanserna.

$$R_1 = \frac{(n_l - n_v)^2}{(n_l + n_v)^2} = \frac{(1 - 1.33)^2}{(1 + 1.33)^2} = 0.0201 \quad (7)$$

$$R_2 = \frac{(n_v - n_g)^2}{(n_v + n_g)^2} = \frac{(1.33 - 1.60)^2}{(1.33 + 1.60)^2} = 0.00849 \quad (8)$$

Då kan vi beräkna intensiteterna.

$$I_1 = R_1 I_0 \quad (9)$$

$$I_2 = (1 - R_1)^2 R_2 I_0 \quad (10)$$

Vi räknar på interferens.

$$I_{max} = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} = I_0 \left(R_1 + (1 - R_1)^2 R_2 + 2\sqrt{R_1 (1 - R_1)^2 R_2} \right) = 0.0538 I_0 \quad (11)$$

$$I_{min} = I_1 + I_2 - 2\sqrt{I_1 I_2} = I_0 \left(R_1 + (1 - R_1)^2 R_2 - 2\sqrt{R_1 (1 - R_1)^2 R_2} \right) = 0.0026 I_0 \quad (12)$$

Visibiliteten blir då

$$V = \frac{I_{max} - I_{min}}{I_{max} + I_{min}} = \frac{4\sqrt{R_1 (1 - R_1)^2 R_2}}{2(R_1 + (1 - R_1)^2 R_2)} = \frac{2\sqrt{R_1 (1 - R_1)^2 R_2}}{R_1 + (1 - R_1)^2 R_2} = 0.9066 \quad (13)$$

Svar: $V = 0.907$

4. Den frigjorda elektronens energi:

$$\lambda_e = \frac{h}{p} = \frac{h}{\sqrt{2mK_e}} \Rightarrow K_e = \frac{h^2}{2m\lambda_e^2} = 6.78423 \cdot 10^{-19} J = 4.23438 eV \quad (14)$$

Fotonens energi

$$E_f = K_e + \phi = 8.77438 eV = 1.40581 \cdot 10^{-18} J \quad (15)$$

Fotonens energi motsvarar energiskillnaden för elektronens två tillstånd i lådpotentialen.

$$E_f = E_4 - E_1 = (4^2 - 1^2) \frac{h^2}{8ma^2} \Rightarrow a = \sqrt{15 \frac{h^2}{8mE_f}} = 8.01768 \cdot 10^{-10} m \quad (16)$$

Elektronens de Broglie våglängd i lådpotentialen ges av

$$\lambda_e = \frac{2a}{n} = \frac{a}{2} = 4.01 \cdot 10^{-10} m \quad (17)$$

Svar: 4.01Å

5. a) Den infallande elektronen slår loss en elektron från K-skalet hos atomen. En elektron från M-skalet kan då falla ner till den lediga platsen i K-skalet genom att emittera en foton, (K_β)-strålning).

- b) Bindningsenergin i K-skalet för guld är 80724 eV.

Svar: 80.724 kV.

- c)

$$e \cdot U = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{hc}{eU} = 15.359 \cdot 10^{-12} m \quad (18)$$

Svar: 15.4 pm

- d)

$$\Delta E = E_K - E_M = 80724 - 2207 = 78.517 keV \quad (19)$$

$$\frac{hc}{\lambda} = \Delta E \Rightarrow \lambda = \frac{hc}{\Delta E} = 15.791 \cdot 10^{-12} m \quad (20)$$

Svar: 15.8 pm

- e)

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{\sqrt{2mK}} \Rightarrow K = \frac{h^2}{2m\lambda^2} = 9.6647 \cdot 10^{-16} J = 6.03 keV \quad (21)$$

Svar: 6.03 kV

6. Beräkna först λ_m

$$\frac{hc}{\lambda} = E_3 - E_2 = 13.6057 eV \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{9} \right) = 1.8897 eV = 3.0276 \cdot 10^{-19} J \quad (22)$$

$$\lambda_m = \frac{hc}{E_3 - E_2} = 6.56112 \cdot 10^{-7} m \quad (23)$$

Stjärnans temperatur

$$T = \frac{b}{\lambda_m} = \frac{2.8978 \cdot 10^{-3}}{6.56112 \cdot 10^{-7}} = 4416.6 K \quad (24)$$

Totalt utstrålad effekt

$$P = \sigma T^4 \cdot 4\pi r^2 = 5.670367 \cdot 10^{-8} \cdot 4416.6^4 \cdot 4\pi \cdot (1.88 \cdot 10^9)^2 = 9.5829 \cdot 10^{26} \quad (25)$$

Intensitet vid rymdstation

$$I = \frac{P}{4\pi d^2} = \sigma T^4 \cdot \frac{r^2}{d^2} = 1380.87 W/m^2 \quad (26)$$

Producerad effekt vid rymdstation

$$P_r = I \cdot A \cdot \eta \Rightarrow A = \frac{P_r}{I \cdot \eta} = \frac{0.450 \cdot 10^6}{1380.87 \cdot 0.275} = 1185 m^2 \quad (27)$$

Svar: $1.19 \cdot 10^2 m^2$